「ふくしまからはじめよう。」農業技術情報（特別号）　平成24年7月17日

福島県農林地等除染基本方針（農用地編）の概要と除染方法

（平成24年7月17日更新）

※　福島県農林地等除染基本方針（農用地編）の改訂（平成24年6月15日）に伴う更新（下線部分が更新部分です）

福島県農林水産部

Ⅰ　福島県農林地等除染基本方針（農用地編）の概要

県では国の考えを踏まえ、農産物のモニタリング結果や土壌の放射性セシウムの状況を参考として、以下の対策に取り組むこととしました。

（１）水田・畑地

【米を作付けした市町村又は地域】

モニタリングで検出された市町村	土壌改良資材等を施用して反転耕又は深耕
モニタリングで未検出の市町村	土壌改良資材等を施用して深耕又は反転耕

表土の削り取り

【米を作付けしなかった市町村又は地域】

未耕起	除草後表土の削り取り、又は土壌改良資材等を施用して反転耕・深耕
耕起済み	土壌改良資材等を施用して反転耕又は深耕

反転耕（プラウ耕）

（２）樹園地

【樹体対策】

粗皮削り及び高圧洗浄機による樹皮の洗浄等
側枝の更新や混み合った園地の縮・間伐等

高圧洗浄機による洗浄

【土壌対策】

必要に応じて除草後、表土の削り取り

（３）牧草地

【牧草のモニタリング】

飼料の暫定許容値を超過した市町村	牧草の剥ぎ取り、又は土壌改良資材等を施用して反転耕・深耕
飼料の暫定許容値以下の市町村	土壌改良資材等を施用して反転耕又は深耕

牧草の剥ぎ取り

Ⅱ　除染方法

1　水田・畑地

（1）反転耕

ア　概要

　プラウによる反転耕により表層土を下層に、下層土を表層に土層を反転させる。反転耕は表土除去が行えないほ場、表土除去が有効ではないほ場で実施する。

　水田において、3連のプラウ(ジョインター付き)を60kw（80ps）のトラクタでけん引し、耕深30cmの反転耕した場合の作業時間は、32分/10a程度である。

イ　作業手順

（ア）プラウによる反転耕

（イ）トラクタ等による踏圧

　トラクタ等の踏圧により雨の浸透を抑制する。反転した後、降雨が下層まで浸透すると地耐力が減少して、次の作業ができなくなる可能性がある。

（ウ）バーチカルハローによる砕土、または、ロータリーによる耕うん。

（エ）レーザーレベラーによる均平。

プラウによる反転耕

トラクタによる踏圧

バーチカルハローによる砕土

レーザーレベラーによる均平

ウ　作業上の留意点

（ア）プラウの耕深は、水田では30cm、畑では45cmを目標とし、できるだけ深く耕起した方が、表層土壌を下層に反転する深さが深くなる。

（イ）浅いところに礫や砂、泥炭等の不適な土壌の層がある場合には、不適な土壌が作土に混入しない耕深とする。

（ウ）ほ場の均平や地耐力を確保するためにはレーザーレベラーの使用が望ましい。

（エ）水田で30cmの耕深で反転耕を行うと田植え時に田植機が埋まってしまう場合があ

るので、踏圧等で地耐力を確保する。

（オ）プラウ耕を行う前に放射性セシウム吸着資材としてのゼオライトを散布し混和しておく。

（２）深耕

ア　概要

深耕には、深耕ロータリーや駆動式ディスク耕うん機を利用する方法が望ましい。

深耕ロータリーは30cm以上の深耕が可能であるが、駆動式ディスク耕うん機は耕深が20cm程度までである。

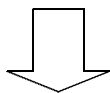
イ　作業手順

（ア）駆動式ディスク耕うん機の利用

駆動式ディスク耕うん機について

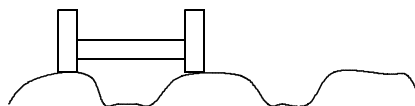
駆動式ディスクは、ディスクをPTO軸で駆動し、深耕、反転を行う機械。比較的低い馬力のトラクタでも深耕、反転耕が可能なものが販売されている。また、湿田での利用も可能である。

a　作業の流れ

駆動式ディスクによる深耕

ロータリー耕による砕土、撹拌

必要に応じてレーザーレベラーによる均平作業を行う

①機材をトラクタに装着し、水平に調整する。
②ディスクを反転耕ができる角度に調整する。
③ほ場が硬くディスクが刺さらない場合は、ウエイトを増やす。必要に応じてトラクタにカウンターウエイトを追加する。
④耕深の調整は左右の尾輪で行う。
⑤作業速度は1.5km/h～であるが、ほ場条件により説明書にしたがって調整する。
⑥耕うん法は、隣接耕うんで行う。下図のようになるので、ディスク角度調整後うね戻し耕うんを行う。

図：うね戻し耕うんの走行ライン

b　駆動式ディスク（写真）と作業能率等（カタログ値）

標準耕幅　150～200cm
耕　　深　20cm程度まで
作業速度　1.5～3.0km/h
作業能率　14～36分/10a

c　作業上の留意点

・駆動式ディスクは通常ロータリーより重い場合があるので、トラクタのウエイト装着を必ず行うこと。さらに、ほ場への出入り、傾斜地での旋回等には十分注意すること。

・期待どおりの効果（深耕）を得るためにディスク角度等の調整を説明書どおりに行うこと。また、作業状態を見ながらディスク角や速度等を調整して作業すること。

・その他説明書をよく読んで使用すること。

イ．深耕ロータリーの利用

深耕ロータリーは、ハウスや畑地での有機物のすき込みや混層耕に利用されている。

基本的な構造は通常のロータリーと同様であるが、通常のロータリーが15㎝程度までの耕深であるのに対し、30～60㎝の深さまで耕うんできる。

また、ほ場の放射線量低減を目的に利用する場合は、ロータリーの形状についてはアップカットよりもダウンカットのほうが適している。

（ア）作業の流れ

作業	留意点
深耕ロータリーによる深耕 （必要に応じてレーザーレベラーによる均平作業を行う）	①トラクタは、微速（クリープ）走行できるものを準備する。 ②均平板は、埋め込み性能に影響するので、説明書どおりに確実に調整すること。 ③傾斜地では原則、上下方向に作業すること。 ④耕うん方法は枕地３工程分残して行う。 ⑤作業機を持ち上げるときには、ロータリーの回転を止めて行うことにより爪あとの穴が小さくなる。

（イ）深耕ロータリー（写真）と作業能率等（カタログ値）

標準耕幅　100 ～ 190 ㎝
（製品による差があるので注意）
標準耕深　30 ～ 60 ㎝
（製品による差があるので注意）
作業速度　0.2 ～ 1.0km/h
作業能率　43 ～ 200 分/10a
（製品やほ場状態により異なる）

（ウ）その他

・製品に既定された馬力の範囲内のトラクタを利用すること。

・トラクタへのウエイトを必ず装着すること。また、ほ場への出入りなどでは、畔に引っ掛かる可能性があるので十分注意すること。

・爪や回転部分に草やワラなどが巻き付いたときは、エンジンを止めて点検等を行うこと。

・耕深により延長均平板や側板が必要な場合があるので説明書の指示に従うこと。

・固いほ場や石の多いところでは、深耕ロータリーをゆっくり降ろすこと（回転する

爪の勢いでダッシング（トラクタが押される）が発生する可能性がある）。
・粘土質が強いほ場では、土の抱え込みが発生する。
・礫が多いところでは機械が損傷する恐れがある。
・その他説明書をよく読んで使用すること。

（３）表土の削り取り

ア　概要

未耕起のほ場を対象に、レーザーレベルブルドーザー（以下レーザーブル）およびレーザーレベルバックホウ（以下レーザーバックホウ）を使用し、表土を一定の厚さで精度よく迅速に除去する。

レーザーブルによる表土の削り取り

レーザーバックホウによる表土の削り取り

（ア）農業総合センター内ほ場（水田）におけるブロック試験（25 ㎡程度）の結果では、土壌の放射性物質の減少率は、レーザーブルで T=5cm では 65%、T=6cm では 77%、レーザーバックホウは T=5cm で 82%、T=6cm では 86 %であった。ただし、土質、施工機械や方法によって違いがでるので注意する。（T：削り取りの厚さ）

（イ）表土の削り取りの作業時間は、レーザーバックホウ単独で 2.3hr/10a（ブロック試験）、ほ場（92 × 10m=9.2a）においては、レーザーブルとレーザーバックホウ併用で 0.74 ～ 1.01hr/10a（ブル速度 2.3km/hr）程度であった。

イ　作業手順

（ア）作業順序

機種選定→除草→測量→仮設道路設置→表土削り取り→積込→残土処理

（イ）機種の選定

a　放射性物質の濃度の高い土壌については、原則としてレーザーバックホウを使用する。

b　濃度の比較的低い土壌では、レーザーブルを主とし、水田の場合はレーザーバックホウを両サイドに使用する。

c　地形、区画条件、搬入路の条件、田面等の状態、地耐力、土壌条件を考慮して決定する。ほ場区画が 30 アール規模（長さ 90 ～ 100 ｍ×幅 30 ｍ程度）の場合、レーザーブルは７～ 10 ｔ級湿地用、レーザーバックホウは法面バケット仕様 0.5m3 級が標準である。

d　搬入路となる耕作用農道は幅員が狭いケースが多く、経路を十分に調査して機種を選定する（道路の構造、幅員、勾配、地耐力、ほ場の区画形状と配置等）。

（ウ）除草

除染作業の２週間程度前に作業して細断し、乾燥させる。着手前には、地盤上の支障物、雑物等を除去して削り取り作業に支障のないようにする。

（エ）測量（機械の設定方法等）

a　事前に地盤の測量により現況地盤高を把握し、削り取り標高、勾配を決定する。格子状に 10m 間隔で平均標高を求め、削り取りに必要な高さを設定する。

b　レーザー発光機をほ場外にセットし田面上にブレードを設置して標高を調整する。表土が軟質の場合は、レーザーブルの自重により、操作パネル上の設定する厚さに対して数 cm 沈下して削り取り厚が厚くなるため、予備試験で確認し調整する。

c　標高データから操作パネルで高低差を入力し、削り取り作業を開始する。

ウ　作業上の留意点

（ア）表土を削り取る厚さは、水田の放射性物質の鉛直分布を標準面積、土質毎に調査して決定する。なお、雑草が繁茂してルートマットが形成されている場合は、マット厚さを含めた厚さが望ましい。

（例）5cm 程度に放射性物質がほとんどが含まれる場合は、大型機械の誤差を考慮して設計値とする（5cm の場合＋誤差 1 ～ 2cm ＝ 6 ～ 7cm）。

（イ）表土を剥ぎ取る場合は、２回以内程度として、土をこね返さないようにする。

表土をレーザーブルのブレードで均平に仕上げる際に、クローラで数回踏みつけるとクローラに付着した放射性物質の濃い表土と下の土が混ざり残ってしまうため、できる限り整地はしない。

（ウ）ほ場の長さが概ね 90 ～ 100m 程度と長い場合は、2 分割して中央部に表土を集積するほうが効率的である。

（エ）表土の除去に係る放射性物質の減少率は、表土の放射性物質の鉛直分布の範囲や土質、ほ場条件、施工機械の機種等によって変動するため、施工前に予備試験を行うものとする。

（オ）レーザー装置のない機械の場合は、表土を削り取る厚さが一定せず、削り取った土量が増嵩したり、土壌の放射性物質の減少率が低くなる可能性がある。

（カ）作業に当たっては、十分な施工計画を立て、作業員の安全を第一に実施すること。

（４）吸着資材（ゼオライト）の施用

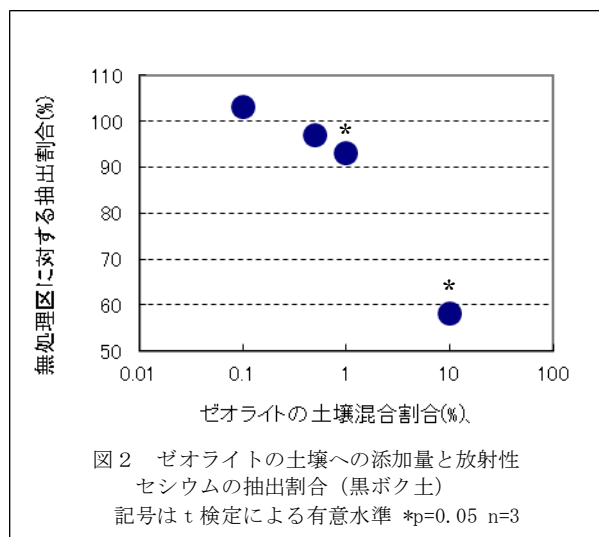
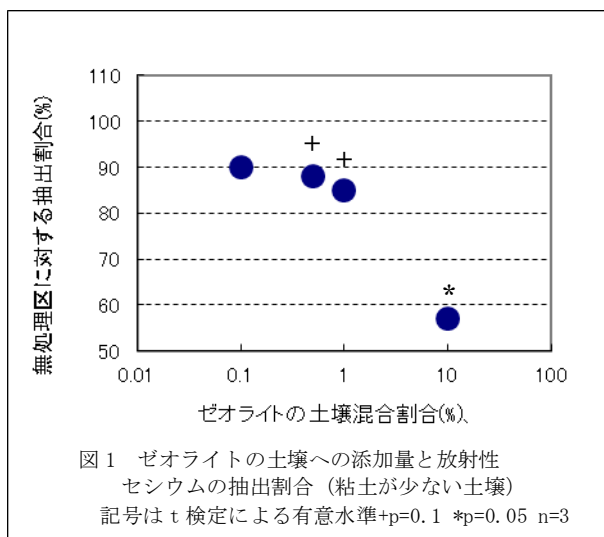
ア　放射性セシウム吸着をねらいとしたゼオライトの効果

（技術実証：県農業総合センター）

土壌中に存在する放射性セシウムは粘土鉱物等に強く結合しているが、一部は他の陽イオンと置き換わり植物に吸収できる形で存在する（置換態セシウム）。ゼオライトは、これらの置換態セシウムを吸着し、植物体に吸収されにくくする効果がある。

土壌中のセシウムを植物が吸収しやすいとされる黒ボク土と砂が多く粘土含有量の少ない土壌を用い、異なる量のゼオライトに1N酢酸アンモニウムを加え24時間振とうして抽出した置換態の放射性セシウムを測定したところ、土壌重量に対し1%以上（10a当たり概ね1ﾄﾝ以上）で低減効果が見られ、施用量が多いほどその効果が高かった(図１、２)。

図１　ゼオライトの土壌への添加量と放射性
セシウムの抽出割合（粘土が少ない土壌）
記号はｔ検定による有意水準+p=0.１ *p=0.05 n=3

図２　ゼオライトの土壌への添加量と放射性
セシウムの抽出割合（黒ボク土）
記号はｔ検定による有意水準 *p=0.05 n=3

イ　放射性物質吸着資材（ゼオライトなど）の散布について

＜作業の流れ＞

ロータリー耕を行う際に放射性物質吸着資材が土中に均一に撹拌できないと思われる場合は、稲わらなどの残渣除去やほ場の雑草の刈り取り・除去を行う。

ブロードキャスターやライムソワーなどによる放射性物質吸着資材の散布

①放射性物質吸着資材(※)は均一に全面散布する。
②ブロードキャスタを利用する場合は、風による飛散防止のため、粒状のものを利用する。
③風の強い日は、ブロードキャスタを使用するとドリフトが多くなるので、その場合、ライムソワーを利用するか作業を中止すること。

正転ロータリー耕による撹拌

①ロータリーの耕うん軸回転は可能な限り早くする（取扱説明書により調整すること）。
②作業速度は通常行うよりも遅くする。
③放射性物質吸着資材の撹拌には、必ず正転ロータリーを使用する。
④放射性物質吸着資材散布後、反転耕を行う場合は浅く撹拌する程度にとどめる。

ブロードキャスタ（散布）

正転ロータリ耕（撹拌）

（※）施用量は、土質により加減する。

ウ　作業上の留意点

（ア）均一に散布するよう留意する。

（イ）飛散防止のため、無風時に散布する。

（ウ）土壌と充分接触するよう丁寧に耕うんする。

（エ）ゼオライトは土壌との接触面積が多くなるようできるだけ粒径が小さい製品を用いる。

（オ）水田では代かき前に全面散布する。

（カ）畑作物では効果を高めるため作物を植える場所に施用する。

（キ）反転耕を行う場合、地下水のセシウム汚染防止のため、反転耕を行う前に放射性吸着材の散布後浅く耕うんして反転耕を実施し、再度、放射性吸着材の散布→ロータリー耕による撹拌を行うこと。

（ク）ロータリー耕においては、強粘土のほ場などトラクタの負担が大きくなるのでその場合は、耕うん軸速度と作業速度を遅くすること。

（ケ）深耕ロータリーの除染技術を使用する場合は、ロータリ耕を省略してもよいが、放射性吸着資材の均一性に留意すること。

（コ）その他、資材、機械の取扱い説明書にしたがって作業すること。

（５）土壌改良資材等の施用

ア　反転耕を実施前に放射性物質流出防止措置として、ゼオライトを施用する。

イ　反転耕後、土壌改良資材や有機物、カリウム肥料などを施用する。

ウ　目安とする施用量

（ア）ゼオライト（反転耕前）で150kg/10a 程度

（イ）　　〃　　（反転耕後）で150～ 200kg/10a程度

（ウ）有機物で1t/10a程度とし、土壌の性質などにより調整する。

２　樹園地

（１）樹皮の洗浄

ア　概要

　粗皮が形成されにくい樹種など（モモ、スモモ、オウトウ、ウメおよびリンゴやナシ等の若木）では、高圧洗浄機を利用して樹皮を洗浄すると、樹皮に付着した放射性物質を約55%除去できる（図１）。

図1　樹皮洗浄によるモモ「あかつき」の主枝上面の放射線量の変化（農業総合センター果樹研究所　※GMカウンター測定値）

イ　作業の手順

（ア）粗皮が形成されにくい樹種など（モモ、スモモ、オウトウ、ウメおよびリンゴやナシ等の若木）で実施する。

（イ）高圧洗浄機を用い洗浄する。洗浄は、主幹部や主枝の上面および側面を中心に実施し、作業は主枝先端から基部、高い部位から低い部位の順序で行う。

作業着の準備　→　装備の点検　→　水圧の調整　→　噴口点検　→　洗浄

写真１　高圧洗浄機とモモ水圧摘らい用の旋回ノズル（ハンドガンタイプ）

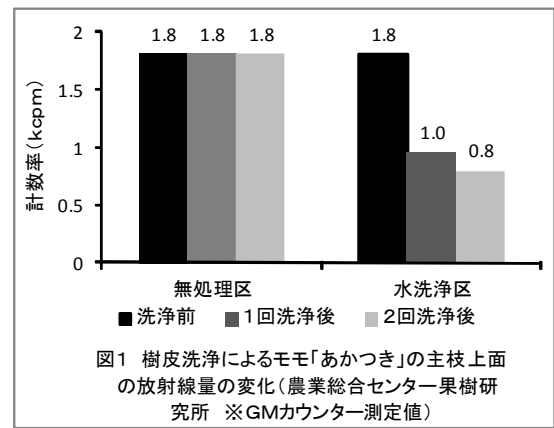



表1　樹皮洗浄の条件と作業時間

項目	内容
処理本数	20本/10a
処理水圧	4～6MPa（40～60気圧）
処理水量	30～60ﾘｯﾄﾙ/1樹
作業時間	180～360分/10a（移動時間含む）
必要水量	600～1,200ﾘｯﾄﾙ/10a

注：使用機械は高圧洗浄機（旋回ノズル）を用い、成木の主枝（2本）、亜主枝（4本：各主枝2本）の洗浄を行った場合。

写真２　主枝上部の洗浄　　写真３　主枝分岐部の洗浄　　写真４　主幹部の洗浄

（ウ）スピードスプレーヤ装備の動噴を使用して洗浄することも可能であるが、高圧洗浄機に比べ水圧が弱いの（1.5MPa※15気圧）で洗浄時間および水量を２倍程度にすると一定の効果が得られる（樹皮汚染の低減率45%）。

ウ　作業上の留意点

写真４　適正な作業着

（ア）作業時は、ちりやほこりの吸い込みや肌への付着等を防止するためマスク、保護メガネ、雨合羽、ゴム手袋、長靴等を着用する。

（イ）作業後は、手足、顔等の露出部分を洗浄し、服を着替えるなどして屋内にちりやほこりを持ち込まないよう注意する。

（ウ）高所作業や機械作業が伴うため、作業には十分注意し安全確保に留意する。
　　また、洗浄水が通行人や近隣の家屋などに飛び散らないように配慮し実施する

（エ）生育期間中は除去物質の葉や果実への飛散が懸念されるため、越冬害虫の耕種的防除と合わせ落葉期以降に実施する。

（２）**粗皮削り・粗皮剥ぎ**

ア　概要

　粗皮が形成され、これらを取り除くことが可能な形態をもつ果樹（ブドウ、ナシ、リンゴ、カキ）で粗皮削りや粗皮剥ぎを実施すると、樹皮に付着した放射性物質を大幅に低減できる。ブドウ樹、ナシ樹で、それぞれ粗皮剥ぎ、粗皮削りを実施したところ、放射性物質による汚染程度は80～90%軽減した。

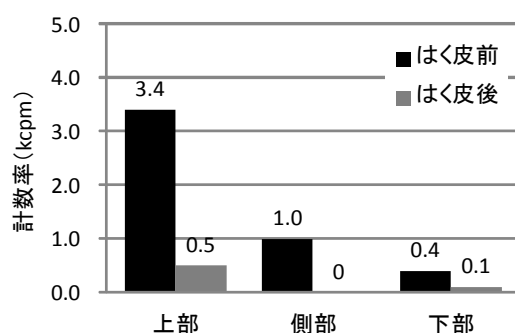



図1　ブドウ「あづましずく」の主枝の剥皮処理と放射線量
（農業総合センター果樹研究所）
※　GMカウンターで測定

	上部	側部	下部
はく皮前	4.2	1.3	0.1
はく皮後	0.6	0.2	0

計数率(kcpm)

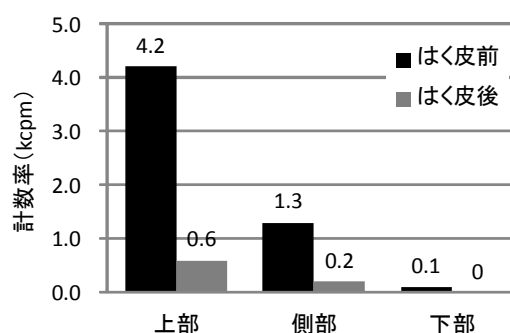



図2　ナシ「幸水」の主枝の剥皮処理と放射線量
（農業総合センター果樹研究所）
※　GMカウンターで測定

イ　作業手順

（ア）粗皮が形成され、これらを取り除くことが可能な形態をもつ果樹（ブドウ、ナシ、リンゴ、カキ）で実施する。

（イ）主幹部と主枝の上面および側面を中心にブドウは粗皮剥ぎや粗皮削り、ナシ、リンゴ、カキは粗皮削りを実施する。ブドウの粗皮剥ぎは、古くなり枝幹部から剥がれてきた樹皮（粗皮）を引きはがす。ブドウ、ナシ、リンゴ、カキの粗皮削りは、専用の削り器具を使用して、かき落とすように古くなった樹皮（粗皮）を削る。

（ウ）粗皮削りは、生きた樹皮まで傷つけないよう粗皮の部分だけ削り落とすよう注意する。

（粗皮削り前）　（粗皮削り後）

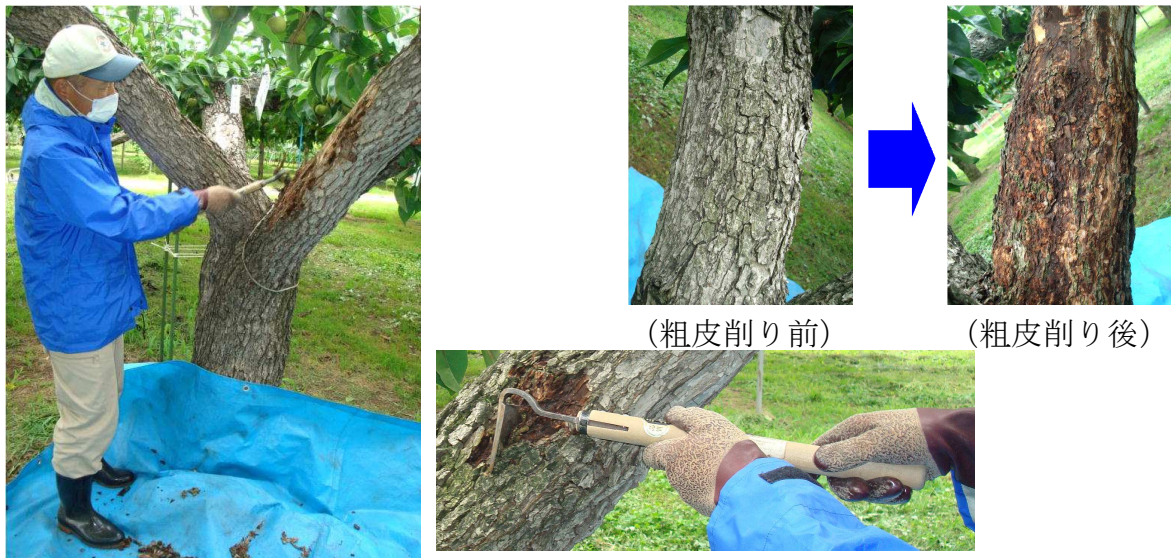



写真１　ナシの粗皮削り

（エ）粗皮が形成され、これを取り除くことが可能な果樹では、高圧洗浄機により粗皮剥ぎ（洗浄も兼ねる）を行うことも可能である。方法は「樹皮の洗浄」に準じるが、水圧（旋回ノズル使用の場合）は８～10MPa程度を目安に高めに設定する。なお、この場合高水圧となるので、扱いには十分注意する。
（オ）高圧洗浄機を利用した樹皮剥ぎは、記載の処理水圧を目安に実施するが、樹皮の除去状況に合わせ水圧を調整して作業を進める。

ウ　作業上の留意点
（ア）作業時の服装や作業後の注意点等については、「樹皮の洗浄」の「作業上の留意点」を参照する。
（イ）生育期間中は、放射性物質を含むちりやほこりの葉や果実への付着が懸念されるため、降雨後で樹体が濡れているときなど、できるだけちりやほこりが飛散しにくい時に実施する。
（ウ）剥いだ樹皮等が樹冠下に落下しても土壌中の放射性セシウム濃度が大幅に上昇することはないが、剥いだ樹皮を廃棄物として処分する場合は、処理前に樹冠下にシート等を敷いて集め、処分方法が明らかになるまで園地の一部に集めて一時保管する。保管方法は、「除染のための整枝・せん定」の「留意点」に準じる。
（エ）高圧洗浄機で粗皮剥ぎを行う場合、粗皮剥ぎ時の水圧で粗皮が形成されていない若い枝幹部まで処理すると、生きた樹皮を傷つけるので注意する。
（オ）粗皮が形成されない樹種（モモなど）や粗皮が形成される樹種でも若木等では粗皮が形成されず、粗皮削りを行うことはできない。これらの除染は樹体の洗浄により除染する。

（３）改　植

ア　概要

樹体の洗浄や粗皮削りおよび粗皮剥ぎを実施しても除染効果が十分得られなかった果樹園では改植を実施する。放射性物質が付着した樹体を除去するとともに、表土の削り取りを同時に行えば高い除染効果が期待できる。

イ　作業手順

（ア）改植は、品種構成や樹齢を考慮し計画的に進める（改植事業等を利用する場合は、県の振興計画に適合した品種を選定する）。

（イ）改植時に表土の削り取りを行うことで、効率的な表土の剥ぎ取りが可能である。

（ウ）改植時には、放射性セシウムに汚染された表土が下層土と混和することのないよう注意して作業を進める。作業の手順は以下のとおり。

①樹を伐採し片付ける。

②表土を最大５cmほど除去する（耕耘していない果樹園では、放射性セシウムは土壌表面５cm以内に大半が存在しているため。）。

③抜根する。

④ロータリー耕を行い植え付けを行う。

（エ）地上部を伐採すると樹園地内に大型機械の進入が可能となることから、表土の剥ぎ取りは、例えばトラクターにバーチカルハロー等を取り付け、表面ほ場を浅く砕土した後、トラクターにリアブレード（排土板）などを付け替え、砕いた表土を削り取るなどの方法で実施する。

（オ）削り取った表土は、トラクターのフロントローダー等を用いて一箇所に集める。

ウ　作業上の留意点

（ア）伐採樹には放射性物質が付着している（特に旧年枝）と考えられる。伐採樹を野焼きすると、飛灰などとともに放射性物質の一部が周囲に拡散する可能性があるとともに、残った灰にも放射性物質が高濃度に濃縮されるおそれがあることから、野焼きは極力控える。

（イ）解体した伐採樹やこれを利用した堆肥等は、暫定許容値以下（400Bq/kg以下。※平成23年12月現在。）であることが確認できれば農地への投入が可能である。

（ウ）伐採樹を廃棄物として処分する場合、伐採樹の汚染程度の把握や焼却施設等での受け入れの可否等の確認が必要となるので、処分方法が明らかになるまで園地の一部等を利用し、一か所に集めて一時保管する。

（エ）伐採樹を一時保管する際は解体して一か所に集める。また、解体した伐採樹から放射性物質が飛散したり、水で地下に浸透しないよう管理する。

（例：解体した伐採樹を耐水性材料などで梱包し、遮水シートを敷いた上にそれらを並べ、さらに遮水シートで覆うなど。）

（オ）除去した土壌は、処分方法が明らかになるまで園内の一部等を利用し、一か所に集めて一時保管する。

（カ）山積みで除去土壌を一時保管する場合は、集めた土壌の周辺からしみ出た水が地下に浸透しないよう、また、集めた土壌やちりやほこりが風雨で飛散しないよう管理する。また、集めた除去土壌にはできるだけ近づかないようにする。

（例：遮水シートを敷いた上に、耐水性材料により梱包した除去土壌を置き、さらに遮水シートで覆うなど。）。

（キ）地下で除去土壌を一時保管する場合は、帯水層に達しないよう注意して穴を掘るとともに、汚染土壌を保管する穴から水が地下に浸透しないように管理する。地下で保管すると遮蔽効果により集めた除去土壌からの影響が軽減される。

（４）除染のための整枝・せん定

ア　概要

放射性物質が付着した枝をせん定で切除することで、樹体に付着した放射性物質の低減効果が期待できる。

イ　作業手順

（ア）植栽距離が狭く、混み合っている樹園地では、積極的に縮・間伐を実施し、放射性物質の付着した樹体を除去する。

（イ）樹高が高い樹では、樹冠上部の枝を除去するため積極的な低樹高化を図り、計画的に樹高を切り下げる。

（ウ）骨格枝（主枝や亜主枝など）が多い樹では、骨格枝を積極的に間引きする。

（エ）大型化した側枝は、間引きせん定により積極的に更新する。

（オ）側枝は、各樹種の特性や枝の着生状況により、適宜間引きせん定や切り戻しせん定で、積極的に更新する。

（カ）立木の樹種では、放射性物質が付着した旧枝と葉や果実の接触をできるだけ回避するため、枝が重ならないよう側枝を配置する。

図２　側枝の更新（モモ等での間引きと切り戻し）

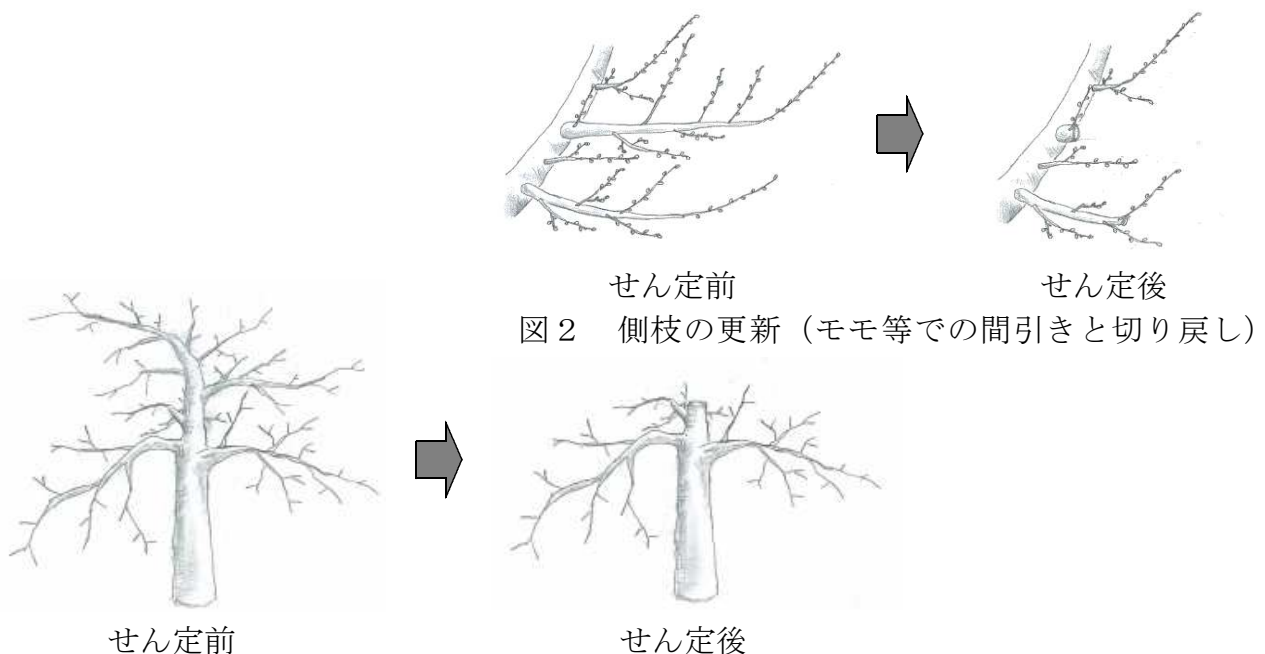



図１　樹高の切り下げ（カキ等の低樹高化）

ウ　作業上の留意点

（ア）放射性物質を含むせん定枝を野焼きすると、飛灰などとともに放射性物質の一部が周囲に拡散する可能性があるとともに、残った灰にも放射性物質が高濃度に濃縮されるおそれがあることから、野焼きは極力控える。

（イ）せん定枝やせん定枝を利用した堆肥等は、暫定許容値以下（400Bq/kg以下。※平成23年12月現在。）であることが確認できれば農地への投入が可能である。

（ウ）せん定枝を廃棄物として処分する場合、せん定枝の汚染程度の把握や焼却施設等での受け入れの可否等の確認が必要となるので、処分方法が明らかになるまで園地の一部等を利用し、一か所に集めて一時保管する。

（エ）せん定枝を一時保管する際は、集めたせん定枝から放射性物質が飛散したり、水で地下に浸透しないよう管理する。

（５）表土の削り取り

ア　概要

　耕耘していない果樹園の表土を５cm程度剥ぎ取ると、土壌中の放射性セシウム濃度を大幅に削減できる。

　小型バックホー（排土板利用）やトラクター（ロータリー利用）を利用した表土の削り取りでは、土壌中（深さ15cm）に含まれる放射性セシウム濃度が約75～85%低減した（表１）。

表１　果樹園土壌深さ15cmの放射性セシウムの低減率　　　（農業総合センター果樹研究所）

試験区	剥土前（Bq/乾土kg）	剥土後（Bq/乾土kg）	減少率（%）
バックホー区（排土板利用）	3447	787	77.2
トラクター区（ロータリー利用）	2818	376	86.7
無処理	2597	2597	-

注：土壌の放射線量はALOKA社　CAN-OSP-NAIを使用し、10月24日～26日に測定した。

イ 作業手順

（ア）小型バックホーの排土板を利用した表土の削り取り

　バックホーの排土板を利用し、果樹園の表土を５cm程度削り取る（写真１）。

（イ）トラクターのロータリーを利用した表土の剥ぎ取り

　トラクターにロータリーを装着し、果樹園の土壌を浅く耕うん後、表土を５cm程度削り取る（写真２）。

（ウ）機械が入れない幹周りは、手作業で表土を削り取る。

写真１　バックホー（排土板利用）

写真２トラクター（ロータリー利用）

ウ　作業上の留意点

（ア）作業時の服装や作業後の注意点等については、「高圧洗浄機による洗浄」の「作業上の留意点」を参照する。

（イ）バックホーやトラクターを操作する際は、他の作業者や枝や幹、果樹棚などに十分注意して作業を行う。

（ウ）除去土壌は、処分方法が明らかになるまで園内の一部等を利用し、一か所に集めて一時保管する。

３　牧草地

（１）牧草の剥ぎ取り

ア　概要

牧草の剥ぎ取り(※)は、剥ぎ取りした牧草や表土が一時保管可能な地域で実施する。

牧草の剥ぎ取り方法は、牧草地の状況や利用可能な機械により、以下に示す「方法１：グランドキーパー（芝刈り用機械）による方法」、「方法２：ターフスライサー（芝地の切り取り機械）による方法」等により行う。

(※)リター(枯葉等の残さ物)層とルートマット(牧草の根が張る部分)層の除去

イ　作業手順（実施方法毎に示す）　　　　　　（技術実証：県農業総合センター）

【方法１】: グランドキーパー（芝刈り用機械）による方法

（リター層とルートマット層上部を削り取る技術）

（作業手順）

a　通常の牧草収穫体系により、刈高10cm程度で牧草を刈り取り、集草・梱包・搬出を行う。

b　刈り高を低く設定し、牧草表面の刈り取り・除去を行う（数回繰り返す)。

c　ホッパーに貯留されたリターは、ほ場の一角にブルーシート等を敷いた上に排出し、さらにブルーシート等で覆い外部に飛散しないように一時保管する。

①リター層除去前　②リターの除去　③リター層除去後

（除去後←｜→除去前）

【方法２】: ターフスライサー（芝地の切り取り機械）による方法

（ルートマット層から上部を全て剥ぎ取る技術）

（作業手順）

a　ターフスライサーにより芝や草を切り取る。

b　フロントローダで剥ぎ取り、搬出する。

c　搬出した牧草表層は、一時保管する。

①作業前（ターフスライサー）　②表層3～5cmに剥ぎ取り　③表土除去

写真上：フロントローダでの押し剥ぎ
写真下：フロントローダでの引き剥ぎ

なお、牧草の剥ぎ取りは、草生栽培された樹園地や芝地等でも取り組み可能

ウ　留意点

（ア）方法１：グランドキーパー（芝刈り用機械）による方法

a　ほ場が乾燥した状態で実施すると、粉塵が巻き上がりやすいので、降雨後または散水後に実施する。

（イ）方法２：ターフスライサー（芝地の切り取り機械）による方法

a　フロントローダによる剥ぎ取りについて、押し剥ぎでは想定より深く土を剥ぎ取ってしまう可能性があるので、土壌の状況に応じ押し剥ぎ又は引き剥ぎを選択する。

b　ルートマット層の発達した草地では作業がし易いが、そうでない草地では作業がし難い。

（ウ）牧草の剥ぎ取り後は、必要に応じ客土等を行い、土壌改良資材等を散布した後に、施肥及び牧草を播種する（（２）反転耕のイ作業手順（オ）～（キ）を参照）。

エ　効果

いずれの方法でも放射性セシウムを低減する効果が高い。

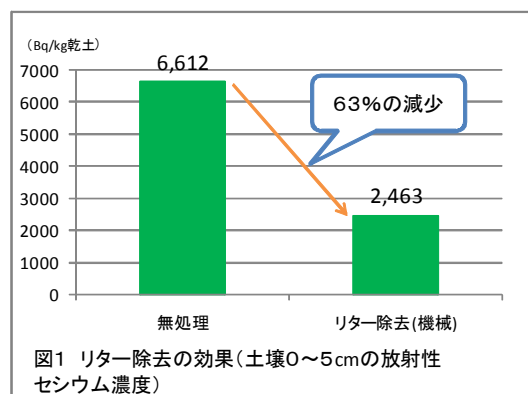
【方法１】：グランドキーパー（芝刈り用機械）によるリター除去の効果

芝刈り用機械（アマゾーネ製グランドキーパー）によるリター除去の結果、表層土壌（０～５cm）の放射性セシウムは６３％減少した。

表1　芝刈り用機械によるリター除去の効果

（単位：Bq/kg乾土）

		リター除去	無処理
土壌採取深度	土壌0-5cm	2,463	6,612
	土壌5-15cm	85	160

図1　リター除去の効果（土壌0～5cmの放射性セシウム濃度）

※作業時間（グランドキーパーの作業能力：1,800mm幅の機械で30a/時間（１回処理））

【方法２】：ターフスライサー（芝地の切り取り機械）による表層剥ぎ取りの効果

放射性セシウム濃度は表層剥ぎ取り厚3cmで97%減、5cm で99%減少し、どちらの剥ぎ取り厚でも大幅に減少した。

表１：調査現地の土壌中の放射性セシウム値（単位：Bq/kg）

試料の内容（剥ぎ取り設定深度）	乾土 134Cs	乾土 137Cs	乾土 Cs合計	低減率 (%)
剥ぎ取り前（5点の混合）	6,394	5,485	13,630	—
5cm	80	97	177	98.5
3cm	147	180	327	97.2

注）土壌のサンプルについては15cmの深さである。

※作業時間

・表土を３cmの厚さで切り取るとすると、10ａ当たりの大まかな作業時間は、切り取り時間は135分、剥ぎ取り時間は113分、また、牧草を含む剥ぎ取った土の重量は41.6t であった。

・ターフスライサーによるルートマットの切り取りは3cm 及び5cm の厚さで可能であり、ともに切り取り速度0.5ｋm/ｈであった。

（２）反転耕

ア　概要

プラウによる反転耕により表層土を下層に、下層土を表層に土層を反転させる。
反転耕は牧草の剥ぎ取りが行えない牧草地で実施する。

イ　作業手順

（ア）モア等による刈り取りや除草剤の散布等により除草を行う。
（イ）放射性物質流出防止措置として、ゼオライトを施用する。
（ウ）２０インチのプラウ等により３０cmの深さでプラウ耕を実施し、表層土壌と下層土壌を反転させる。
（エ）ロータリーの浅耕またはハロー等により砕土・整地作業を行う。
（オ）土壌改良資材（ゼオライト、苦土石灰、ようりん、たい肥等）を施用し、ロータリー等で混和する。
（カ）ブロードキャスター等により土壌改良資材、化成肥料及び種子を散布する。
（キ）ローラー等により鎮圧を行う。

①プラウによる反転耕

②パワーハローによる砕土・整地作業

ウ　作業場の留意点

（ア）高濃度に汚染された牧草地での実施はリスクが大きいため、リター除去と組み合わせて実施することが望ましい。
（イ）下層土壌が痩せた土壌の場合、土壌改良資材の施用により地力向上対策が必要である。
（ウ）耕起深度内から水が出るような地下水位が高い草地においては、本技術の実施は控える。

エ　効果

（ア）プラウによる反転耕を実施した後、ロータリーにより１０cm程度の深さまで砕土・耕うんした結果、無処理区と比較して表層土壌（０～５cm）の放射性セシウムは８４～９５％減少した。
（イ）地表面にある放射性物質を土中深くに埋没させることにより、地表面の空間線量率が低下するとともに、放射性セシウムを土壌が吸着することにより放射性セシウムが植物に吸収されにくくなることが期待できる。

（３）土壌改良資材の施用及び、飼料作物の肥培管理

ア　反転耕を実施前に放射性物質流出防止措置として、ゼオライトを施用する。

イ　反転耕後、砕土・整地を行い土壌改良資材（ゼオライト、苦土石灰、ようりん、たい肥等）を施用する。

ウ　土壌診断に基づく施肥設計を行う。

放射性セシウム対策としてｐＨは中性域、交換性カリ20mg/100g以上を目標として施肥設計を行う。

肥料は下表を基に、草種毎に必要な養分が充足するよう施肥設計を行う。

エ　ｐＨ改良目標及び肥料の施用量の目安

作物	ｐH改良目標	窒素 kg/10a	リン酸 kg/10a	カリ kg/10a	たい肥施用量 t/10a
混播牧草	6.5～7.0 (6.5)※	元肥　7～10 追肥 15～20	15～20 10～15	15(7～10)※ 15(10～15)	2～3
ｲﾀﾘｱﾝﾗｲｸﾞﾗｽ		元肥　5～ 7 追肥 25～35	10～15 20～25	15(5～ 7) 20(15～20)	3～4
ﾘｰﾄﾞｶﾅﾘｰｸﾞﾗｽ		元肥　5～ 7 追肥 15～20	10～15 15～20	15(5～ 7) 15(10～15)	3～4
飼料用とうもろこし ソルガム		元肥 10～15 追肥　5	7～10	30(5～10)	4～5
アルファルファ	７．０	元肥　5 追肥　5	20 20	20(20) 20(20)	4～8

※( )内の数値は、放射性セシウム吸収抑制対策を必要としない一般的なｐＨ改良目標とカリの施用量である。

・たい肥は完熟たい肥を施用し、土壌中に含まれる窒素成分量に基づき、施用量を加減する。

・化成肥料の施用量は、土壌中及び施用するたい肥中に含まれる成分量に基づき、それぞれの施用量を加減する。

・pH調整には苦土石灰を100～200kg施用する。
（放射性セシウム吸収抑制に効果が高い中性域６．５以上に調整）

・造成時にはリン酸が不足しやすいため、ようりんを80～100kg施用する。
（特に火山灰土の草地はリン酸吸収係数が高く、リン酸肥料が無効化しやすい）

・放射性セシウムの吸着に有効なゼオライト等の粘土鉱物を施用する。
（反転耕前の施用は150kg/10a、反転耕後の施用量は200kg/10aを目安とする）

・元肥は播種時、追肥は牧草は早春と刈取毎、飼料用とうもろこし･ソルガムは6～7葉期に行う。

（参考資料）　　～ 草地更新等による放射性物質の低減効果 ～

草地更新を行う際のプラウ耕やロータリー耕等が土壌中の放射性物質低減に及ぼす影響を調査した。

【試験１】

畜産研究所及び現地ほ場において、①プラウ耕後にロータリー耕(10cm深)、②ロータリー耕(20cm深)、③リター除去(※)、④無処理の各区ごとに、土壌の深さ別に放射性セシウム濃度を測定した。この結果、プラウによる反転後ロータリー耕を実施した場合、牧草の根の大部分が存在する表層土壌(０～５cm)の放射性物質は８４～９５％低減した。

【試験２】

芝刈り用機械（アマゾーネ製グランドキーパー）を使用し、リター除去を行った結果、表層土壌の放射性物質は６３％低減した。

表1　処理の違いによる放射性Cs濃度の垂直分布の変化

【試験1】　（単位：Bq/kg乾土）

圃場名	土壌採取深度	プラウ耕＋ロータリー耕	ロータリー耕	リター除去（手作業）	無処理（耕うん無）
畜産研究所	0～5cm	164	1,542	2,273	3,667
	5～15cm	448	1,034	47	45
	15～30cm	500	504	20	50
A市	0～5cm	1,164	2,286	3,109	7,518
	5～15cm	946	950	25	109
	15～30cm	670	13	8	41
B市	0～5cm	3,461	6,252	12,479	24,817
	5～15cm	4,170	1,233	1,997	842
	15～30cm	401	87	186	163

※耕うん深度
プラウ耕：畜産研究所 30cm、A市・B市 20cm、プラウ耕後のロータリー耕：各圃場 10cm
ロータリー耕：畜産研究所 20cm、A市・B市 15～20cm

表2　芝刈り用機械によるリター除去効果

【試験2】　（単位：Bq/kg乾土）

圃場名	土壌採取深度	リター除去（機械）	無処理（耕うん無）
畜産研究所	0～5cm	2,463	6,612
	5～15cm	85	160

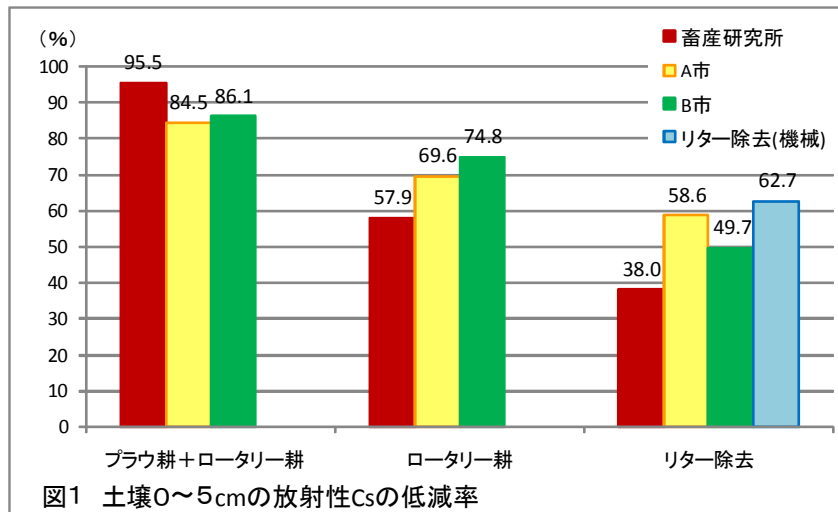



図1　土壌0～5cmの放射性Csの低減率

Ⅲ　農用地の除染作業Ｑ＆Ａ

Ｑ１　農用地の除染はどのような方法で行うのですか？

（答）　水田・畑地では反転耕や深耕、果樹園は高圧洗浄機による樹皮の洗浄や粗皮削り、牧草地では牧草の剥ぎ取りや反転耕などを行います。
　詳細については、「福島県農林地等除染基本方針」を参照してください。

Ｑ２　農用地の除染等の措置の実施主体はどこになるのですか？

（答）　一般的には、市町村です。
　国や県が管理する農用地については、それぞれの管理者が実施主体となります。

Ｑ３　市町村の除染（実施）計画とは何ですか？

（答）　汚染状況重点調査地域内の区域であって、「放射性物質汚染対処特措法（以下「特措法」という。）」及び「除染に関する緊急実施基本方針」に基づく調査結果等から、事故由来放射性物質による環境の汚染状態が環境省令で定める要件に適合しないと認めるものについて、除染等の措置等の実施に関して定める計画です。通常は、市町村の長が策定します。
　なお、「特措法」に基づく法定計画を除染実施計画、「除染に関する緊急実施基本方針」に基づく計画を除染計画と呼称しており、現在、除染計画を法定計画へ移行すべく国と協議を進めております。

Ｑ４　特措法施行後は、除染実施計画（法定計画）を策定しないと除染を進めることができないのですか？

（答）　そのとおりです。ただし、緊急実施基本方針に基づく除染計画を策定している市町村においては、法定計画への移行がなされるまでの間、当該計画に基づく除染は国の財政措置の対象として実施可能です。

Ｑ５　地区によっては線量が低い地域もあるため、このような地区は毎時0.23μSv/hを下回っても除染対策事業交付金の財政措置の対象となりますか？

（答）　除染計画策定時点で下回っている場合は対象となりません。
　なお、当該地区が除染計画策定時は0.23μSv/h以上であった場合は、発注段階の詳細モニタリングで線量低下が確認された場合でも、局所的に0.23μSv/hを上回っているホットスポットの除染を実施することは可能です。
　また、0.23μSv/hを満たない地域においても、市町村の要請に応じて専門家派遣による支援を行うことはできます。

Ｑ６　実際の除染作業はどのような仕組みで行われるのですか？

（答）　市町村除染実施計画に基づき、除染が進められることとなります。除染作業は、市町村が委託業務として発注することが原則となります。除染作業の受託者としては、除染作業に必要な機械及び技術等を有していることからＪＡや農業者の集団等が作業を請け負うような方法も有効な手法であると考えられます。

Ｑ７　個々の農業者が自ら除染を行うことも可能ですか？

（答）　除染計画に位置づけがなく、個人が自らの管理する農用地の除染を実施した場合、又は、計画に位置づけられた場合であっても市町村との契約に基づかずに実施した場合の費用については、現時点で除染対策事業交付金の対象とされていないため、東電への賠償請求で対応することも含めて、現在、国と調整中です。

Ｑ８　ゼオライトは吸収抑制対策として効果が期待されていますが、除染対策事業交付金ではどのような取扱いとなりますか？

（答）　除染対策事業交付金では空間線量の低減が目的となりますので、施用方法は原状回復措置としての土壌改良資材及び放射性物質流出防止措置が対象となります。

Ｑ９　ゼオライトの施用量はどの程度がよいのですか？

（答）　反転耕の実施前に放射性物質の流出防止措置として、ゼオライトを施用（150kg/10a 程度）し、反転耕の実施後に原状回復措置として施用（150～200kg/10a程度）していただきたいと考えております。

深耕の場合、原状回復措置として施用（150～200kg/10a程度）していただきたいと考えております。

なお、上記施用量は目安であり、反転耕や深耕実施後の土壌分析結果に応じて原状回復に必要な量を確認した上で施用してください。また、一定の地区内で同様の地質状況であるなどが説明できる場合は統一した施用量も可能と思われます。

Ｑ10　農用地除染について、反転耕や深耕に伴う土壌改良資材の散布では、資材の必要量を算出するため土壌分析が必要とされていますが、分析・採取の方法や頻度について教えてください。

（答）　国では土壌診断の分析点数については示しておりません。

土壌の採取方法は農林水産省で示している方法で実施してください。

なお、過去の土壌調査データの活用は可能と考えています。

Ⅳ　関連情報

（１）福島県農林地等除染基本方針（農用地編）
（平成24年6月15日）が掲載されています。
URL　http://wwwcms.pref.fukushima.jp/download/1/240615nouti.pdf

（２）農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）について（農林水産技術会議：農林水産省、平成23年9月14日）が掲載されています。
URL　http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/110914.htm

（３）除染技術カタログ（内閣府原子力被災者生活支援チーム　平成23年11月22日）が掲載されています。
URL http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20111122nisa.pdf

問い合わせ先：農林水産業に関する相談窓口(電話：０２４－５２１－７３１９)
ホームページ：農林水産部農業振興課ホームページ(ＰＤＦ形式ファイル)
URL：http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/contents?CONTENTS_ID=10786
(他の農業技術情報等をご覧いただけます)
モバイル県庁：福島モバイル県庁→お知らせ・各種情報→農業技術情報
(右欄に掲載のＱＲコードよりご覧いただけます)
ふくしま新発売：以下のホームページより最新の農林水産物モニタリング情報、イベント情報等をご覧いただけます。
URL：http://www.new-fukushima.jp/

モバイル版　QRコード